

# Увод у организацију и архитектуру рачунара 1

Александар Картељ  
kartelj@matf.bg.ac.rs

# Рачунарски систем

- Скуп машина (хардвера) и програма (софтвера) организованих ради вршења аутоматске обраде података.



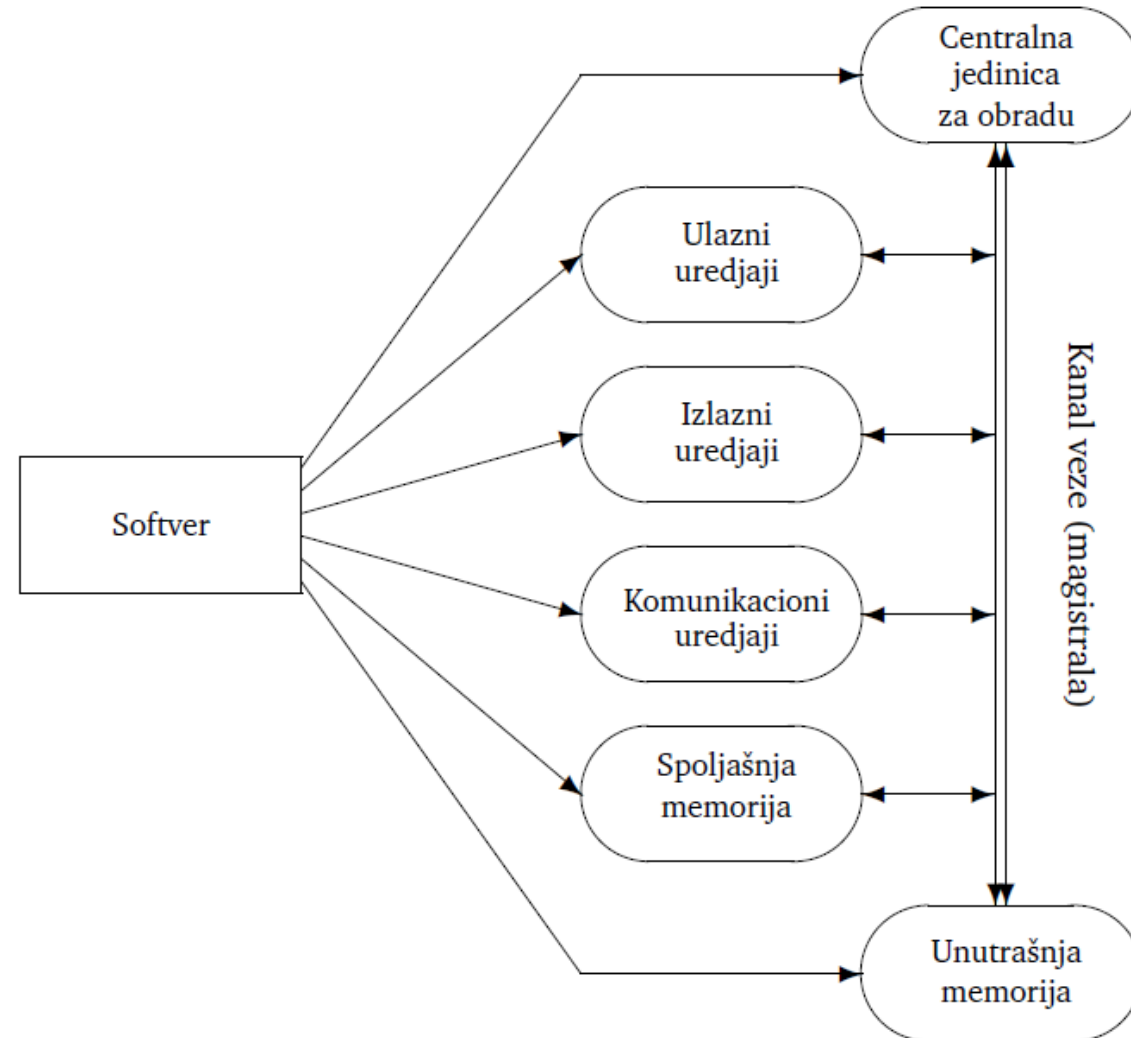
# Функције рачунарског система

- Четири основне функције:
  - Обрада података
    - Сортирање, агрегирање, аритметичке операције, ...
  - Чување података
    - Краткорочно
    - Дугорочно
  - Пренос података
    - Улаз и излаз (ка и од периферног уређаја)
    - Комуникације – пренос на веће удаљености путем мреже
  - Контрола
    - Управљање ресурсима рачунара и подацима у складу са задатим инструкцијама програма

# Основни елементи рачунарског система

- Централни процесор (CPU) – контролише ток операција рачунара и извршава обраду података
- Главна меморија – чување података при раду рачунара
- Улазно излазни подсистем (I/O) – пренос података између рачунара и окружења
- Канали везе (магистрале) – механизми који омогућавају комуникацију између CPU, главне меморије и I/O

# Шема рачунарског система



# Организација и архитектура



# Списак наставних целина

- Основни термини у вези рачунарских система
- Историјат развоја рачунара
  - Генерација рачунара
  - Технологије израде и основни детаљи организације
- Математичке основе чувања података:
  - Азбука и кодови
  - Бројеви и запис
  - Превођење бројева у различите основе
  - Запис означених бројева

# Списак наставних целина (2)

- Рачунарска аритметика:
  - Запис података
  - Цели бројеви и целобројна аритметика
  - Бинарни запис
  - ...
- Дигитална логика
- Откривање и корекција грешака



# Списак наставних целина (3)

- Глобална организација рачунарског система
- Магистрала
- Меморија
  - Главна меморија
  - Кеш меморија
  - Хард диск
- Периферни уређаји
- Процесор
  - Елементи процесора
  - Скуп инструкција
  - ...

# Литература

- Ненад Митић, Увод у организацију рачунара, Математички факултет, 2013.
- Sivarama Dandamudi: Fundamentals of Computer Organization and Design, Springer, 2002.
- William Stallings, Computer Organization and Architecture, 10<sup>th</sup> Edition, Pearson, 2016.

# Начин полагања испита

- Предиспитне обавезе: 40 поена
  - Колоквијум (задачи и теорија)
  - Можда још нешто...
- Завршни испит (писмени): 60 поена
  - Задачи 30 поена
  - Теорија 30 поена
  - Минимум је 10 поена на задацима и 10 поена на теорији

# Историја рачунара

Премеханички, механички, електрични и електронски рачунари

# Аналогно и дигитално

- Или континуално и дискретно
- Ми живимо у аналогном свету
  - Има бесконачно много боја
  - бесконачно много тонова
  - бесконачно много сигнала, ...
- Дигитални свет је коначан
  - У рачунару нема бесконачно много боја
  - Или тонова
  - Само нашем оку или уху тако делује, ...

# Аналогно и дигитално (2)

- Да ли је уметничка слика аналогна или дигитална?
- Да ли је списак простив бројева до 1000 написан на парчету папира аналоган или дигиталан?



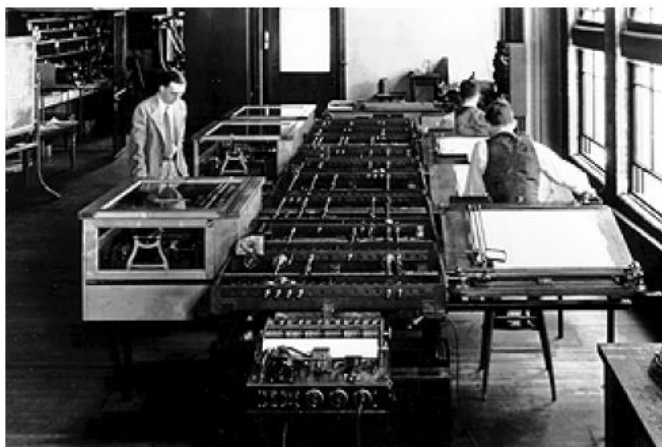
23:59:59



# Аналогна рачунска средства

- Примери аналогних рачунских средстава:
  - Antikythera (Родос, п.н.е)
    - астрономски уређај
  - Клизајући лењир (17. век)
  - Диференцијални анализатор (20. век)
    - решавање општих диференцијалних једначина
- Аналогни рачунари изводе операције над физичким величинама уместо над бројевима
  - Нпр. потенциометар се механички помера у зависности од напона
- Нису програмабилни
- Тачност зависи од прецизности израде средства

# Аналогна рачунска средства (2)



Диференцијални анализатор



Аналогни рачунар 1960-тих година



# Дигитална рачунска средства

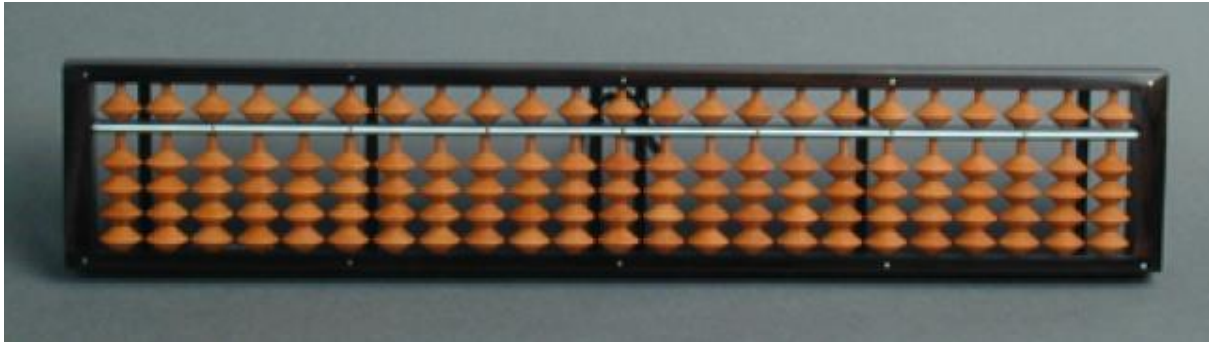
- Улазне и излатне информације су бројеви
- Примери:
  - Абакус
  - Модерни рачунар
- Тачност не зависи од прецизности израде средства
- Нпр. шифра записана бројевима на старој потамнелој хартији и новом папиру има исту вредност
- Шта је дигитализација?

# Премеханички период

- Око 3000. године п.н.е
  - Сумери урезивали знаке на глиненим плочицама
  - Клинасто писмо
- Око 2000. године п.н.е
  - Раскинули везу између записа речи и слика
  - Симболи не описују појам него слог или глас
- Грци и Римљани даље преузели и унапредили
- Египћани – писање на папирусу
- Почетком нове ере – производња папира у Кини

# Премеханички период (2)

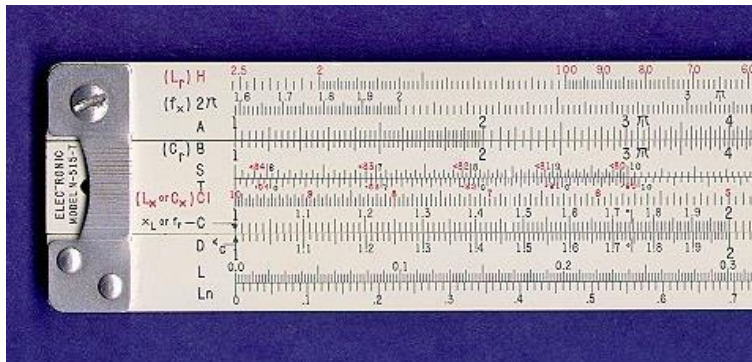
- Развој бројчаних система:
  - Непозициони (египатски, римски, ...)
  - Позициони (Индуци почетком нове ере и Арапски касније)



Абакус

# Механички период

- 15. век - Штампарске пресе (Јохан Гутенберг)
- 17. век
  - Логаритми и писање децималне тачке у бројевима (Џон Непер)
  - Клизајући лењир – шибер (Вилијем Аутред)
  - Шикардова машина – одузимање и сабирање шестоцифрених бројева
  - Лајбницова машина – одузимање, сабирање, множење до 12 цифара



Шибер



Шикардова машина



Лајбницова машина

# Механички период (2)

- 19. век - Бебиџова диференцијска машина
  - Рачунање квадрата и кубова шестоцифрених бројева
  - Зупчаници и полуге



# Електро механички период

- Развој телекомуникација
  - 1830. г. Телеграф
  - 1876. г. Телефон
  - 1894. г. Радио
- 1854. г. „Математичка анализа логике“ Џорџ Бул – булова алгебра
- 1884. г. Машина са бушеним картицама – Херман Холерит
- Током другог светског рата – немачка Енигма и пољска Бомба

# Електромеханички период (2)

- 1944. г. MARK I – први програмабилни калкулатор
- 800 км жице
- 3 милина спојева
- Сабирање и множења за око секунду
- Улаз и излаз на бушеним картицама или папирним тракама



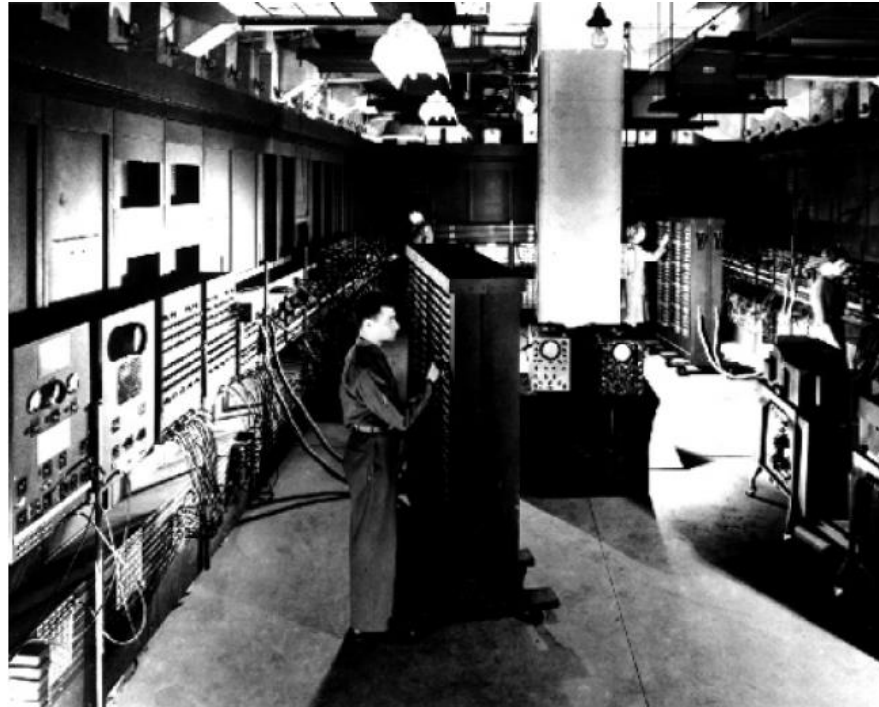
# Електронски период

- 1903. г. Електронско логичко коло или прекида – Никола Тесла
- 1906. г. Вакумска цев
- 1919. г. Први флип-флоп електронски елемент
- 1927. г. Телевизија
- 1941. г. ABC – калкулатор за решавање система лин. Једначина
  - 300 вакумских цеви
- 1943. г. Колос – декриптовање порука са немачке Енигме
  - 2400 вакумских цеви
  - Алан Тјуринг



# Електронски период (2)

- 1946. г. ENIAC
  - 30 тона
  - 30 метара дужина
  - ~18000 вакумских цеви
  - 5000 сабирања у секунди
  - Програмирање:
    - Премошћавањем жица



# Електронски период (3)

- 1945. г. Нацрт рачунара EDVAC који може да памти програме
  - Џон Фон Нојман
  - Фон Нојманова архитектура рачунара
- 1949. г. EDSAC – први рачунар са запамћеним програмима
  - 256 речи дужине 35 бита
  - Меморија са сталним садржајем за иницијално покретање
  - Такт од 500kHz
- ...

# Генерације електронских рачунара

Вакумске цеви, транзистори и интегрисана кола

# Генерације рачунара

Генерација	Датуми оквирни	Технологија	Брзина (оп. у сек.)
1	1946-1957	Вакумске цеви	40.000
2	1957-1964	Транзистор	200.000
3	1965-1971	Мала и средња ИК (SSI)	1.000.000
4а	1972-1977	Велика ИК (LSI)	10.000.000
4б (5)	1978-1991	Веома велика ИК (VLSI)	100.000.000
4ц (6)	1991-	Изузетно велика ИК (ULSI)	1.000.000.000

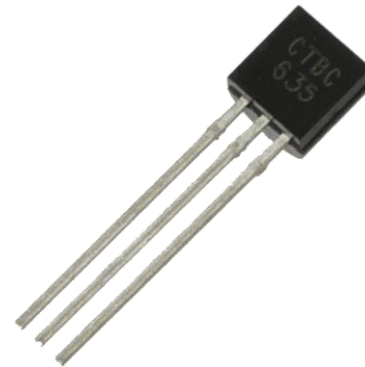
# Прва генерација

- Вакумске цеви
- I/O - Бушене картице, папирне и магнетне траке
- Програмирање - машински језик и асемблер
- Пример - UNIVAC



# Друга генерација

- Транзистори
- 1947. г. Од германијума
- 1954. г. Од силицијума
- Чврст проводник, мањи, поузданији, мање загревање
- 1951. г. меморија – магнетна језгра – први магнетни дискови
- Програмирање: виши програмски језици (Fortran, Lisp, Cobol)



# Трећа генерација

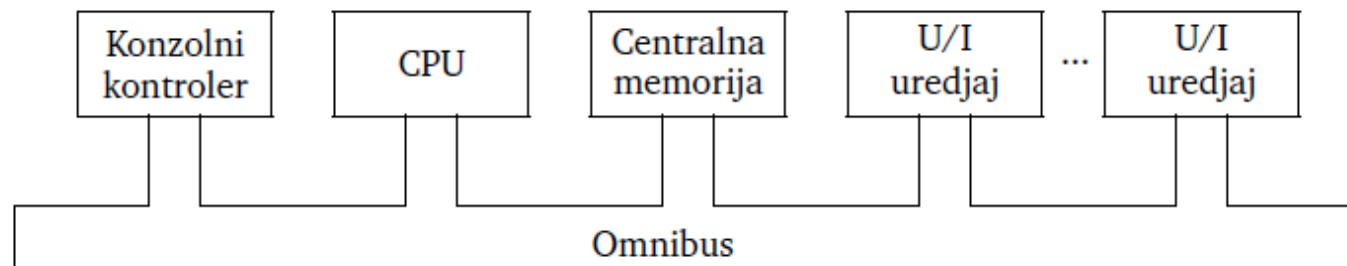


- Интегрисано коло уместо појединачних транзистора
- Нови програмски језици
- Развој оперативних система:
  - Мултипрограмирање
  - Дељење времена
- Развој комуникација
- 1946. г. IBM System / 360
  - Развој 5 милијарди долара
  - Прва унапред планирана фамилија рачунара
  - Сви рачунари у фамилији сличан скуп инструкција, OS, итд.



# Трећа генерација (2)

- 1964. г. Компанија DEC
  - PDP-8 - први минирачунар
  - Јефтин – 16000 долара
  - Уведен концепт магистрале





# Четврта генерација

- Даље смањивање интегрисаних кола
- LSI – large scale integration
- VLSI – very large scale integration
- ULSI – ultra large scale integration
- 1971. г. Појава микропроцесора
  - Intel 4004
- 1975. г. РС рачунари
  - Altair 8800



Altair 8800

# Еволуција Intel микропроцесора (1970. г.)

Карактеристика	4004	8008	8080	8086	8088
Објављен	1971	1972	1974	1978	1979
Брзина	108 kHz	108kHz	2MHz	8MHz	8MHz
Ширина магистрале	4 бита	8 битова	8 битова	16 битова	8 битова
Број транзистора	2300	3500	6000	29000	29000

# Еволуција Intel микропроцесора (1980. г. )

Карактеристика	80286	386TM DX	386TM SX	486 TM DX
Објављен	1982	1985	1988	1989
Брзина	6MHz	16MHz	16MHz	25MHz
Ширина магистрале	16 бита	32 бита	16 бита	32 бита
Број транзистора	134000	275000	275000	1.2М

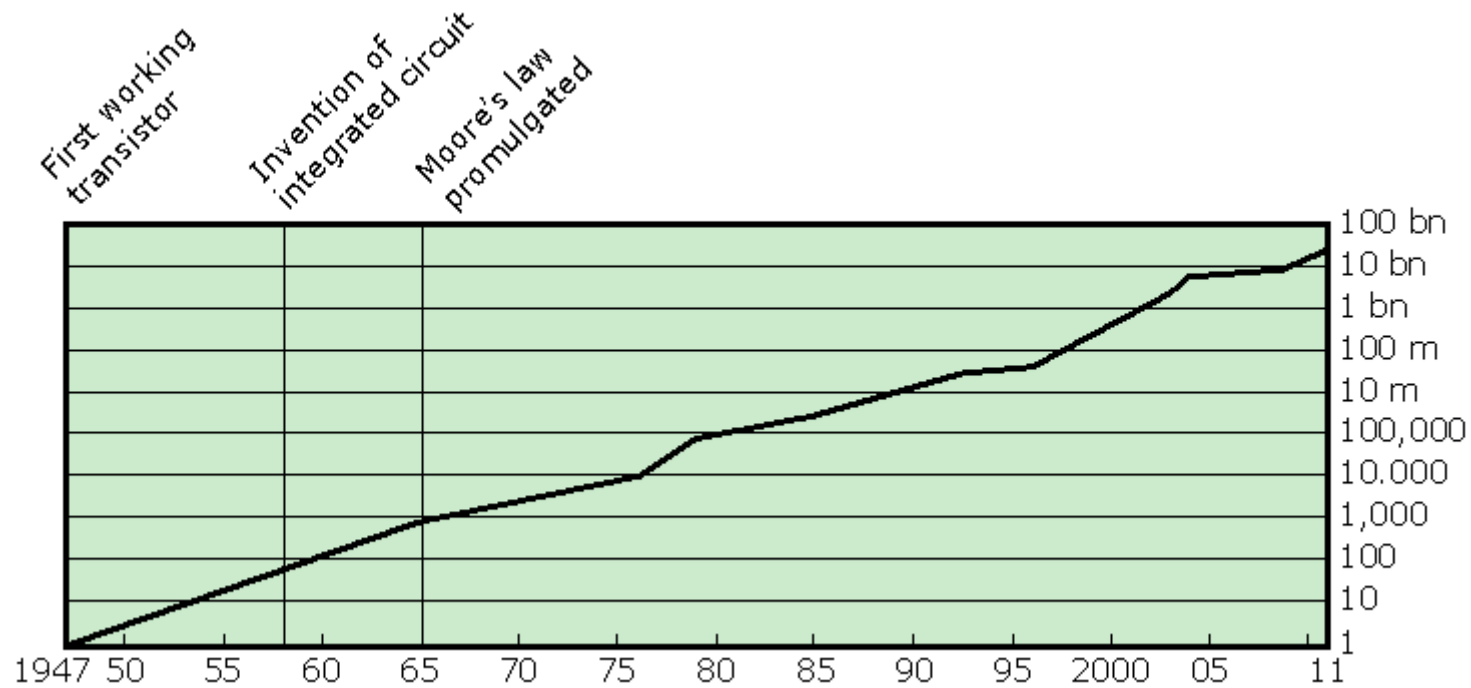
# Еволуција Intel микропроцесора (1990. г.)

Карактеристика	486TM SX	Pentium	Pentium Pro	Pentium II
Објављен	1991	1993	1995	1997
Брзина	16MHz	60MHz	150MHz	200MHz
Ширина магистрале	32 бита	32 бита	64 бита	64 бита
Број транзистора	1.185 М	3.1 М	5.5 М	7.5 М

# Еволуција Intel микропроцесора скорији процесори

Карактеристика	Pentium III	Pentium IV	Core 2 Duo	Core i7
Објављен	1999	2000	2006	2013
Брзина	450MHz	1.3GHz	1.06GHz	4GHz
Ширина магистрале	64 бита	64 бита	64 бита	64 бита
Број транзистора	9.5 М	42 М	167 М	1.86 G

# Муров Закон



- 1965. г. Гордон Мур – сувласник Интела
- Број транзистора се удвостручава сваке године
- Темпо се успорио 1970. г. на удвостручавање сваких 18 месеци
  - Од тада држи тај тренд стабилно